

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-239988

(43)公開日 平成9年(1997)9月16日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F J

技術表示箇所

B 4 1 J 2/06

B 4 1 J 3/04

1 0 3 G

2/175

1 0 2 Z

2/18

1 0 2 R

2/185

1 0 3 X

2/205

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平8-46127

(22)出願日 平成8年(1996)3月4日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 吉田 成人

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(72)発明者 木村 和久

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 東芝イン  
テリジェントテクノロジー株式会社内

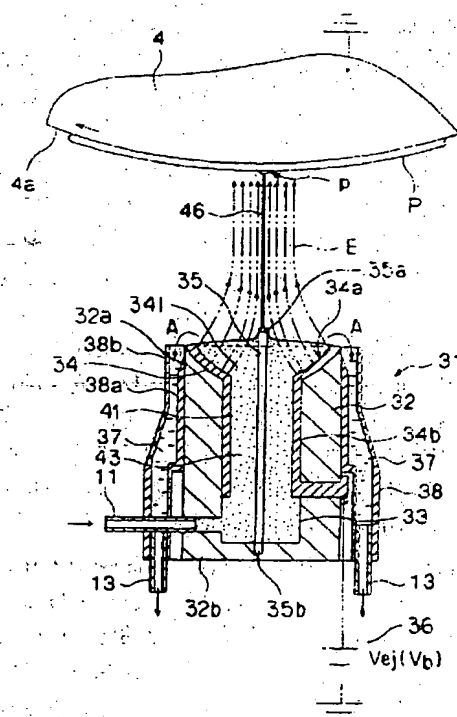
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 画像形成装置

(57)【要約】

【課題】この発明は、高速且つ安定した記録が可能であり、高濃度で良質な画像を形成できる画像形成装置を提供する。

【解決手段】インクジェットプリンタ1は、対向電極としてのプラテンローラ4の鉛直下方に所定距離離間して配置された記録ヘッド10を有している。記録ヘッド10は、プラテンローラ4に沿って搬送される記録紙Pへインク滴を飛翔させるための記録ユニット31を備えている。記録ユニット31は、記録紙Pに向かうインク受け部34aを有する吐出電極34と、インク受け部34aの下方からインク受け部34aへインクを供給するインク流路33と、インクメニスカスの中央に突出して設けられたインクガイド35と、を備えている。インク受け部34aは、吐出電極34に電圧を与えた際にインクガイド35の先端35a近くに電界Eが集中するような形状とされている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 略水平に配置された記録媒体の下方に所定距離間隔して設けられた下に凸の凹面を有するインク受け部と、  
帯電した色剤粒子を絶縁性液体中に分散して成るインクを上記インク受け部へ供給するインク供給手段と、  
上記インク供給手段によりインク受け部へ供給されたインクを所定の吐出位置へガイドするガイド部材と、  
上記吐出位置近傍に集中した第1の電界を形成し、上記ガイド部材にてガイドされたインク内で色剤粒子を凝集させる凝集手段と、  
上記記録媒体上の所定の被記録点に集中した上記第1の電界より大きい第2の電界を形成し、上記凝集手段にて凝集された色剤粒子を上記記録媒体に向けて飛翔させる飛翔手段と、  
を備えていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】 記録媒体を略水平に搬送する搬送手段と、

上記搬送手段にて搬送された記録媒体の下面側に所定距離間隔して配置され、略中央に開口を有する下に凸の凹面状のインク受け部を上記記録媒体に対向して形成した吐出電極と、

帯電した色剤粒子を絶縁性液体中に分散して成るインクを、上記吐出電極の下方から上記開口を介して上記インク受け部へ供給し、上記記録媒体に向かうインクメニスカスを形成するインク供給手段と、

上記インクメニスカスの略中央から突出した先端部を有し、この先端部によって上記インクメニスカスより高い所定の吐出位置へ上記インクをガイドするガイド部材と、

上記吐出電極に第1のバイアス電圧を印加して上記記録媒体との間に第1の電界を形成し、上記ガイド部材にてガイドされたインク内で色剤粒子を凝集させる凝集手段と、

上記第1のバイアス電圧より高い第2のバイアス電圧を上記吐出電極に印加して上記記録媒体との間に上記第1の電界より大きい第2の電界を形成し、上記凝集手段にて凝集された色剤粒子を含むインクを上記記録媒体に向けて飛翔させる飛翔手段と、を備え、

上記インク受け部は、上記吐出電極に上記第1のバイアス電圧を印加した際に上記ガイド部材の先端部近くに上記第1の電界が集中し、且つ上記吐出電極に上記第2のバイアス電圧を印加した際に上記記録媒体上の所定の被記録点へ上記第2の電界が集中するような形状を有していることを特徴とする画像形成装置。

【請求項3】 上記吐出電極は、上記開口を介して下方に延びた延出部を有し、上記インク供給手段は、上記延出部を介して上記開口に連通し、略鉛直方向に延びたインク流路を有し、上記インク流路の下端近くには、インク内の色剤粒子を上記インク流路内で上昇させるための

第3の電界を上記延出部との間で形成するための凝集電極が設けられていることを特徴とする請求項2に記載の画像形成装置。

【請求項4】 上記凝集電極には、上記第1のバイアス電圧より高く、上記第2のバイアス電圧より低い凝集電圧が印加されることを特徴とする請求項3に記載の画像形成装置。

【請求項5】 上記吐出電極が上記インクに露出する面および上記凝集電極が上記インクに露出する面の少なくとも一方の面上には、絶縁材からなるコーティングがなされていることを特徴とする請求項3に記載の画像形成装置。

【請求項6】 上記コーティングは、上記ガイド部材および上記インク流路と同等のインクの濡れ性を有する材料により形成されていることを特徴とする請求項5に記載の画像形成装置。

【請求項7】 記録媒体を略水平に搬送する搬送手段と、

上記搬送手段にて搬送された記録媒体の下面側に所定距離間隔して配置され、略中央に開口を有する下に凸の凹面状のインク受け部を上記記録媒体に対向して形成した吐出電極と、

帯電した色剤粒子を絶縁性液体中に分散して成るインクを、上記吐出電極の下方から上記開口を介して上記インク受け部へ供給し、上記記録媒体に向かうインクメニスカスを形成するインク供給手段と、

上記インクメニスカスの略中央から突出した先端部を有し、上記インクの濡れによる上記先端部への這い上がりにより上記インクメニスカスより高い吐出位置へ上記インクをガイドするガイド部材と、

上記吐出電極に第1のバイアス電圧を印加して上記記録媒体との間に第1の電界を形成し、上記ガイド部材にてガイドされたインク内で色剤粒子を凝集させる凝集手段と、

上記第1のバイアス電圧より高い第2のバイアス電圧を上記吐出電極に印加して上記記録媒体との間に第1の電界より大きい第2の電界を形成し、上記凝集手段にて凝集された色剤粒子を含むインクを上記記録媒体に向けて飛翔させる飛翔手段と、

上記インク供給手段にて上記インク受け部に供給されて飛翔されなかった余剰インクであって、上記インク受け部の縁から溢れた余剰インクを回収するインク回収路を有するインク回収手段と、

上記インク回収手段にて回収された余剰インクを受け取って、インク濃度を調整し、上記インク供給手段へ循環するインク循環手段と、を備え、

上記インク受け部は、上記吐出電極に上記第1のバイアス電圧を印加した際に上記ガイド部材の先端部近くに上記第1の電界が集中し、且つ上記吐出電極に上記第2のバイアス電圧を印加した際に上記記録媒体上の所定の被

記録点へ上記第2の電界が集中するような形状を有していることを特徴とする画像形成装置。

【請求項8】 上記吐出電極は、上記開口を介して下方に延びた延出部を有し、上記インク供給手段は、上記延出部を介して上記開口に連通し、略鉛直方向に延びたインク流路を有し、上記インク流路の下端近くには、インク内の色剤粒子を上記インク流路内で上昇させるための第3の電界を上記延出部との間で形成するための凝集電極が設けられていることを特徴とする請求項7に記載の画像形成装置。

【請求項9】 上記吐出電極が上記インクに露出する面および上記凝集電極が上記インクに露出する面の少なくとも一方の面上には、絶縁材からなるコーティングがなされていることを特徴とする請求項8に記載の画像形成装置。

【請求項10】 上記コーティングは、上記ガイド部材、上記インク流路、および上記インク回収路と同等のインクの濡れ性を有する材料により形成されていることを特徴とする請求項9に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、色剤粒子を絶縁性液体キャリアに分散させてなるインクに静電気力を用いて、インク滴を記録媒体上に飛翔させて画像を形成する画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルプリンタ分野ではインクジェット記録方式を用いたインクジェットプリンタが広く普及している。しかし、従来のインクジェットプリンタでは、染料性インクを用いていることから、画像の保存性および耐光性が悪い、等の問題があった。

【0003】これに対し、既に、色剤として顔料粒子の使用を可能とし、染料性インクの上記問題点を解決した画像形成装置がW O 9 3 1 1 8 6号公報に開示されている。この装置は、導電性のインク供給チューブを具備し、インク供給チューブとこの先端に対向する対向電極との間に電圧が付与される。そして、インク供給チューブの電位と同極性に帯電した顔料粒子（以下帯電トナーと称する）を含むインクがインク供給チューブに供給される。

【0004】インク内の帯電トナーは、インク供給チューブの先端近傍の吐出ポイントで、対向電極から静電吸引力を受け半円球状のインクメニスカスを形成する。しかし、インクの溶媒の表面張力によりトナーはインクメニスカスから飛翔することができず、インクメニスカスの先端に留まる。この様にして、多くのトナーがインクメニスカスの先端に集まり、凝集物となる。インク供給チューブと対向電極との間の電圧を更に上げると、インクの溶媒の表面張力よりも静電吸引力が勝り、インクメニスカスからトナー凝集物が飛翔する。

【0005】上述の飛翔原理に基づく画像形成装置では、従来のインクジェット記録のような飛翔小滴サイズを決定するノズルがないため、顔料粒子を用いることができる。このため、従来のインクジェットプリンタの問題点であった、画像の保存性、耐光性等の問題が解決される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のトナーを含むインク液を使用する画像形成装置も以下のような問題点がある。つまり、従来の画像形成装置においては、インク供給チューブの吐出ポイントに形成されるインクメニスカスの先端に飛翔に必要な十分量のトナーを集めるために多くの時間を必要とする。このため、インクを高い吐出周波数で飛翔させることができない問題がある。また、インクの吐出周波数を上げると、インクメニスカスの先端におけるトナーの凝集が不十分となり、飛翔されるインク内のトナー濃度が低下する。これにより、所望の画像濃度を達成できなくなり、良質な画像を形成できない問題がある。

【0007】更に、従来の画像形成装置においては、インク供給チューブの吐出ポイントに形成されたインクメニスカスからトナー凝集物が飛翔される際にインクメニスカスに不所望な振動を生じ、インクの飛翔方向およびインクの着弾点が不安定となる問題がある。

【0008】この発明は、以上の点に鑑みなされたもので、その目的は、高速且つ安定した記録が可能であり、高濃度で良質な画像を形成できる画像形成装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明に係る画像形成装置は、略水平に配置された記録媒体の下方に所定距離離間して設けられた下に凸の凹面を有するインク受け部と、帯電した色剤粒子を絶縁性液体中に分散して成るインクを上記インク受け部へ供給するインク供給手段と、上記インク供給手段によりインク受け部へ供給されたインクを所定の吐出位置へガイドするガイド部材と、上記吐出位置近傍に集中した第1の電界を形成し、上記ガイド部材にてガイドされたインク内で色剤粒子を凝集させる凝集手段と、上記記録媒体上の所定の被記録点に集中した上記第1の電界より大きい第2の電界を形成し、上記凝集手段にて凝集された色剤粒子を上記記録媒体に向けて飛翔させる飛翔手段と、を備えている。

【0010】また、この発明の画像形成装置は、記録媒体を略水平に搬送する搬送手段と、上記搬送手段にて搬送された記録媒体の下面側に所定距離離間して配置され、略中央に開口を有する下に凸の凹面状のインク受け部を上記記録媒体に対向して形成した吐出電極と、帯電した色剤粒子を絶縁性液体中に分散して成るインクを、上記吐出電極の下方から上記開口を介して上記インク受

け部へ供給し、上記記録媒体に向かうインクメニスカスを形成するインク供給手段と、上記インクメニスカスの略中央から突出した先端部を有し、この先端部によって上記インクメニスカスより高い所定の吐出位置へ上記インクをガイドするガイド部材と、上記吐出電極に第1のバイアス電圧を印加して上記記録媒体との間に第1の電界を形成し、上記ガイド部材にてガイドされたインク内で色剤粒子を凝集させる凝集手段と、上記第1のバイアス電圧より高い第2のバイアス電圧を上記吐出電極に印加して上記記録媒体との間に上記第1の電界より大きい第2の電界を形成し、上記凝集手段にて凝集された色剤粒子を含むインクを上記記録媒体に向けて飛翔させる飛翔手段と、を備え、上記インク受け部は、上記吐出電極に上記第1のバイアス電圧を印加した際に上記ガイド部材の先端部近くに上記第1の電界が集中し、且つ上記吐出電極に上記第2のバイアス電圧を印加した際に上記記録媒体上の所定の被記録点へ上記第2の電界が集中するような形状を有している。

【0011】上記画像形成装置によると、帯電した色剤粒子を絶縁性液体中に分散して成るインクが吐出電極に形成されたインク受け部内に供給され、ここでインクメニスカスが形成される。インクメニスカスの略中央位置には、インクを記録媒体に向けてガイドするとともにインクの吐出位置を規定するガイド部材が設けられている。

【0012】吐出電極に第1のバイアス電圧が印加されると、ガイド部材の先端部の近くを通る第1の電界が形成されインク内の色剤粒子がガイド部材によってガイドされたインクの頂点（記録媒体の最も近い点）近くに凝集される。そして、吐出電極に第1のバイアス電圧より高い第2のバイアス電圧が印加されると、記録媒体の所定の被記録点に向かう第2の電界が形成され凝集された色剤粒子を含むインクが記録媒体に向けて飛翔される。つまり、インク受け部は、第1の電界がガイド部材の先端部近くに集中し、第2の電界が被記録点に集中するような形状を有している。

【0013】従って、この画像形成装置によると、インクの吐出位置へ色剤粒子を効率良く且つ素早く集めることができ、短時間で十分な色剤粒子の濃度を達成できることから、記録周波数を高めることができる。また、インクメニスカスの略中央位置にガイド部材を設けることにより、インクの飛翔方向および着弾点を安定させることができ、良質な画像を形成できる。

【0014】また、上記吐出電極は、インク受け部の開口を介して下方に延びた延出部を有し、上記インク供給手段は、上記延出部を介して上記開口に連通し、略鉛直方向に延びたインク流路を有し、上記インク流路の下端近くには、インク内の色剤粒子を上記インク流路内で上昇させるための第3の電界を上記延出部との間で形成するための凝集電極が設けられている。

【0015】このように、吐出電極の下方に凝集電極を設けることにより、インク流路の底に滞留したトナー粒子をインクメニスカス近くへ押し上げることができ、インクメニスカス近くにおけるインクの色剤粒子の濃度を高めることができる。

【0016】また、上記吐出電極が上記インクに露出する面および上記凝集電極が上記インクに露出する面の少なくとも一方の面上には、絶縁材からなるコーティングがなされている。

【0017】このように、吐出電極および／或いは凝集電極のインクに露出する表面上に絶縁材からなるコーティングを施すことにより、インク内のキャリア液に対する電荷の注入を防止でき、キャリア液の帯電によるキャリア液の不所望な飛翔を低減できる。これにより、高濃度で良質な画像を形成できる。また、コーティングを施すことにより、各電極への色剤粒子の付着を防止でき、インク流路におけるインクの目詰まりを低減できる。

【0018】また、上記コーティングは、上記ガイド部材および上記インク流路と同等のインクの濡れ性を有する材料により形成されている。これにより、インクの濡れ性の違いによりインクの流れが乱れることなく、インクの流れがスムーズになり、不所望な振動を生じることが防止される。

【0019】また、この発明の画像形成装置は、記録媒体を略水平に搬送する搬送手段と、上記搬送手段にて搬送された記録媒体の下面側で所定距離離間して配置され、略中央に開口を有する下に凸の凹面状のインク受け部を上記記録媒体に対向して形成した吐出電極と、帯電した色剤粒子を絶縁性液体中に分散して成るインクを、上記吐出電極の下方から上記開口を介して上記インク受け部へ供給し、上記記録媒体に向かうインクメニスカスを形成するインク供給手段と、上記インクメニスカスの略中央から突出した先端部を有し、上記インクの濡れによる上記先端部への這い上がりにより上記インクメニスカスより高い吐出位置へ上記インクをガイドするガイド部材と、上記吐出電極に第1のバイアス電圧を印加して上記記録媒体との間に第1の電界を形成し、上記ガイド部材にてガイドされたインク内で色剤粒子を凝集させる凝集手段と、上記第1のバイアス電圧より高い第2のバイアス電圧を上記吐出電極に印加して上記記録媒体との間に第1の電界より大きい第2の電界を形成し、上記凝集手段にて凝集された色剤粒子を含むインクを上記記録媒体に向けて飛翔させる飛翔手段と、上記インク供給手段にて上記インク受け部に供給されて飛翔されなかった余剰インクであって、上記インク受け部の縁から溢れた余剰インクを回収するインク回収路を有するインク回収手段と、上記インク回収手段にて回収された余剰インクを受け取って、インク濃度を調整し、上記インク供給手段へ循環するインク循環手段と、を備え、上記インク受け部は、上記吐出電極に上記第1のバイアス電圧を印加

した際に上記ガイド部材の先端部近くに上記第1の電界が集中し、且つ上記吐出電極に上記第2のバイアス電圧を印加した際に上記記録媒体上の所定の被記録点へ上記第2の電界が集中するような形状を有している。

【0020】上記画像形成装置によると、インク受け部から溢れた余剰インクは、インク回収手段にて回収され、インク循環手段にてインク供給手段へ循環される。また、上記吐出電極は、上記開口を介して下方に延びた延出部を有し、上記インク供給手段は、上記延出部を介して上記開口に連通し、略鉛直方向に延びたインク流路を有し、上記インク流路の下端近くには、インク内の色剤粒子を上記インク流路内で上昇させるための第3の電界を上記延出部との間で形成するための凝集電極が設けられている。

【0021】また、上記吐出電極が上記インクに露出する面および上記凝集電極が上記インクに露出する面の少なくとも一方の面上には、絶縁材からなるコーティングがなされている。更に、上記コーティングは、上記ガイド部材、上記インク流路、および上記インク回収路と同等のインクの濡れ性を有する材料により形成されている。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながらこの発明の実施の形態について詳細に説明する。図1に示すように、この発明の画像形成装置としてのインクジェットプリンタ1は、ハウジング2を備えている。ハウジング2内の所定位置には、記録媒体としての記録紙Pを保持するとともに所定方向に搬送するための円筒形のプラテンローラ4が配設されている。プラテンローラ4は、導電性材料から成り、接地され、或いは必要に応じて所定の電位が与えられ、対向電極として作用する。

【0023】プラテンローラ4の下方で所定距離間隔した位置には、プラテンローラ4により搬送される記録紙Pにインクを飛翔して画像を形成するための後述する記録ヘッド10が対向配置されている。つまり、記録ヘッド10は、略鉛直上方にインクを飛翔させて記録紙Pに画像を形成する。

【0024】記録ヘッド10の下方であってハウジング2の底部には、インクを収容したインク収容部12が配設されている。また、ハウジング2の左側底部には、インク供給管11を介して、インク収容部12内のインクを記録ヘッド10へ汲み上げるためのポンプ14が配設されている。ポンプ14は、所定のインク供給圧力および所定の流量で記録ヘッド10へインクを供給するようになっている。

【0025】記録ヘッド10には、記録ヘッド10に供給されて使用されなかった余剰インクをインク収容部12へ回収するためのインク回収管13が接続されている。また、インク収容部12には吸引装置16が接続されている。吸引装置16は、インク収容部12内のイン

ク面より上方の領域に負圧を生じさせる。そして、この負圧によって、インク回収管13を介して余剰インクをインク収容部12へ回収するようになっている。

【0026】ここで、上述したインクの成分について説明する。つまり、インクは、帯電された色剤粒子としてのトナーを絶縁性液体としてのキャリア液内に分散させて構成されている。キャリア液は、例えばイソパラフィン系溶媒（例えば、100ボルトの電圧を印加した場合の直流電気抵抗が10<sup>12</sup>〜10<sup>13</sup>オーム・センチ以上であるアイソパーG、H、L（商品名））からなる分散媒であり、トナーは、例えば0.01〜5μm程度の粒子径を有し、所定の電位（ここでは正電位）に帯電され、少なくとも着色成分を有する樹脂粒子である。このインクは、基本的には電子写真等で用いられている液体现像剤と同じであるが、液体现像剤より電気抵抗の高いものが要求されている。

【0027】上記インクは、ポンプ14によってインク収容部12から汲み上げられ、インク供給管11を介して記録ヘッド10へ供給される。記録ヘッド10により飛翔されなかった余剰インクは、吸引装置16による負圧によってインク回収管13を介して吸引され、インク収容部12へ回収される。このように、インクは記録ヘッド10内を循環されて使用される。

【0028】インク収容部12に回収されたインクのトナー濃度は、画像形成（トナーの飛翔）によって低下されており、再使用のためにはインクのトナー濃度を適切な値に調整する必要がある。このため、インク収容部12とポンプ14との間のバイパス管15、およびインク供給管11の途中には、パイプ内を流れるインクのトナー濃度を検出する検出器18が設けられている。また、インク収容部12の上方には、予めトナー濃度を所定の値に調整した高濃度インクをインク収容部12に補給するためのインク補給容器17が配設されている。しかし、検出器18の検出結果に従って高濃度インクを所定量補給することにより、インク収容部12内のインク濃度を所定の値に保持する。

【0029】また、インク内のトナーはキャリア液より比重が低いため、インク収容部12内のインクを攪拌して供給する必要がある。このため、インク収容部12内には、インク収容部12内に収容されたインクを攪拌するための攪拌装置19が設けられている。そして、インク収容部12内のインクは、攪拌装置19によって常時攪拌されてトナーがインク内で均一に分散された状態でポンプ14により汲み上げられて記録ヘッド10へ供給されるようになっている。

【0030】上記プラテンローラ4の図中右側に隣接した位置には、複数枚の記録紙Pを積層状態で収容した記録紙収容カセット21（以下、単に給紙カセット21と称する）が配設されている。給紙カセット21のプラテンローラ4側の端部近くには、給紙カセット21に収容

された記録紙Pを最上端のものから取り出すための給紙ローラ24が回動可能に設けられている。また、給紙カセット21内には、記録紙Pの搬送方向先端を給紙ローラ24に向けて押し上げるための機構（図示せず）が設けられている。

【0031】給紙カセット21の先端とブラテンローラ4の間には、給紙ローラ24によって給紙カセット21から取り出された記録紙Pをブラテンローラ4に向けて一旦整位してから搬送する一対のレジストローラ26が設けられている。

【0032】ブラテンローラ4の下流側には、記録ヘッド10を通過して画像を形成した記録紙Pを排紙する排紙トレイ28が設けられている。また、ブラテンローラ4と排紙トレイ28との間には、ブラテンローラ4を介して搬送された記録紙Pを挟持して排紙トレイ28に向けて搬送する一対の排紙ローラ27が設けられている。尚、上述した給紙カセット21から排紙トレイ28に向かう記録紙Pの搬送路上には、複数の搬送ガイド25およびガイドローラ29が設けられている。

【0033】しかして、給紙ローラ24の回転により給紙カセット21から取り出された記録紙Pは、レジストローラ26によって挟持搬送されてブラテンローラ4と記録ヘッド10との間に供給される。この際、記録紙Pは、ブラテンローラ4の外周面に接触した状態で搬送され、記録ヘッド10に対向する位置で略水平を成すようになっている。ブラテンローラ4の外周面に沿って搬送された記録紙Pは、排紙ローラ27によって挟持搬送され、排紙トレイ28上に排出される。尚、上記給紙ローラ24、レジストローラ26、ブラテンローラ4、および排紙ローラ27は、この発明の搬送手段として作用する。

【0034】ハウジング2の右上側であって給紙カセット21の上方には、インクジェットプリンタ1の各機構を駆動制御するためのコントローラ20が設けられている。コントローラ20は、記録ヘッド10の各吐出電極（後述する）を選択的に駆動するための画像信号を発生する。

【0035】次に、第1の実施の形態に係る記録ヘッド10について詳細に説明する。記録ヘッド10は、ブラテンローラ4に沿って搬送される記録紙Pに向けてインク滴を飛翔させるための記録ユニット31（図2参照）を有している。記録ユニット31は、記録紙Pの搬送方向を横切る方向に記録解像度に応じた数だけ並べて設けられ、コントローラ20によって発生される画像信号に応じて選択的に駆動される。尚、ここでは、1つの記録ユニット31のみを代表して図示してある。

【0036】図3に示すように、記録ユニット31は、略円柱形の支持部材32を有している。支持部材32は、ブラテンローラ4の外周面4a上の最下点であって記録ユニット31から飛翔されるインク滴が到達される

点p（以下、被記録点pとする）から鉛直下方に所定距離離れた位置に配置された上端32aを有し、その中心軸が鉛直方向に延びて設けられている。支持部材32の中心には、支持部材32がブラテンローラ4に対向した上端32aから支持部材32の下端32b近くまで延びたインク流路33が支持部材32と同軸に形成されている。

【0037】支持部材32のインク流路33内には、インクをガイドするガイド部材として作用する絶縁材により形成された棒状のインクガイド35がインク流路33の中央に同軸に配設されている。インクガイド35の基端部35bは、支持部材32の下端32bに埋設され、インクガイド35の先端部35aは、インクの吐出ポイントを形成すべく先細にされ、支持部材32の上端32aよりブラテンローラ4方向に上方に突出して設けられている。

【0038】また、インク流路33の底部近くには、記録ユニット31の外側からインク供給管11が接続されている。尚、これらのインク供給管11およびインク流路33は、上述したインク収容部12およびポンプ14とともにこの発明のインク供給手段として作用する。

【0039】支持部材32の上端32aの近くには、この上端32aを覆いインク流路33の途中まで下方に延びた吐出電極34が形成されている。吐出電極34が支持部材32の上端32aを覆った部分34aは、この発明のインク受け部として作用し、インク流路33に沿って下方に延びた部分34bは延出部として作用する。インク受け部34aは、インク流路33内を上昇したインクを受けるべく下に凸の凹面を形成している。尚、吐出電極34は、上述したインクガイド35に非接触状態で設けられている。

【0040】インク受け部34aの形状は、吐出電極34とブラテンローラ4との間に電界Eを形成した場合、その電気力線がインクガイド35の先端部35a近くを通過してブラテンローラ4の外周面4a上の被記録点pに集中するように決定されている。尚、本実施の形態ではこのインク受け部34aの形状は略半球形の凹面を成し、インク受け部34aの中央にはインク流路33に連通した開口341が形成されている。また、吐出電極34には、コントローラ20からの画像信号に応じて所定の電圧を選択的に印加するための電源36（凝集手段または飛翔手段）が図示しないICを介して接続されている。

【0041】支持部材32の外側には、略円筒形の2重構造のガイド部材38が支持部材32と同軸に設けられている。ガイド部材38は、支持部材32を所定位置に保持するとともに、支持部材32の上端32aに形成された上記インク受け部34aの縁から溢れた余剰インクを回収するためのインク回収路37を形成している。ガイド部材38は、互いに同軸に設けられた内側部分38

aと外側部分38bとから構成され、これら各部分38a、38bの間でインク回収路37を規定している。内側部分38aの先端は、インク受け部34aの縁に向かって収束され、外側部分38bの先端は、少なくともインク受け部34aの縁の高さまで延びている。また、インク回収路37の下端には、上述したインク回収管13が接続されている。尚、これらのインク回収路37およびインク回収管13は、上述した吸引装置16とともにこの発明のインク回収手段として作用する。

【0042】しかして、インク供給管11を介して記録ユニット31内に供給されたインクは、所定のインク供給圧を伴ってインク流路33内を上昇され、インク受け部34aの開口を介してインク受け部34aに流入される。インク受け部34aに供給されたインクは、インク供給圧、インク受け部34aの縁径、インクガイド35の濡れ性、およびインクの表面張力に応じたインクメニスカスを形成する。この際、インクガイド35の先端部35aはインクメニスカスより上方に突出している。

【0043】インクの供給に伴いインク受け部34aの縁から図中矢印A方向に溢れたインクは、ガイド部材38(内側部分38a)の上端からインク回収路37内に流入され、インク回収路37に沿って下方に流れてインク回収管13を介してインク収容部12へ回収される。

【0044】尚、上述した支持部材32、インクガイド35、およびガイド部材38は、いずれも絶縁材により構成され、インクの濡れ性が良好な材料が用いられている。また、支持部材32、インクガイド35、およびガイド部材38は、同等のインクの濡れ性を有する材料により構成されている。

【0045】次に、上記のように構成された記録ユニット31において、吐出電極34に所定の電圧を印加してインク内のトナー粒子を含むインク滴を記録紙Pに向けて飛翔させる場合の飛翔動作について図4を用いて説明する。

【0046】上述したように記録ユニット31内にインクを循環させると、インク受け部34aに供給されたインク41によりインク受け部34aにインクメニスカス42が形成される。この際、インクガイド35の先端部35aはインクメニスカス42の表面より上方に突出している。この状態で、電源36により吐出電極34にバイアス電圧Vbを(第1のバイアス電圧)印加すると、吐出電極34とプラテンローラ4との間に図中矢印Eで示すような電界(第1の電界)が形成される。この場合、電気力線は、インクガイド35の先端部35a近くを通過してプラテンローラ4の外周面4a上の被記録点pに集中している。

【0047】この電界Eおよびインク41の表面張力により、インク41内のトナー粒子43がインクガイド35の先端部35a近くに集められる。このように、トナー粒子43がインクガイド35の先端部35a近くに集

められると、集められたトナー凝集物44に電界Eによる強い静電気力が作用し、インクガイド35に沿ったインクの這い上がりを生じ、インクガイド35の先端部35aを覆うテラーコーン45が形成される。よって、テラーコーン45の頂点(吐出位置)近くトナー凝集物44が凝集される。にこの場合、電界Eにより発生される静電気力によりトナー凝集物44を含むインク滴46が飛翔することがないようにバイアス電圧Vbを設定している。

【0048】このようにインクガイド35の先端部35aにテラーコーン45を形成した状態で、電源36によりバイアス電圧Vbより高い記録電圧Vej(第2のバイアス電圧)を所定のパルス幅で吐出電極34に印加すると、バイアス電圧Vb印加時の電界Eより強い電界(第2の電界)が形成される。そして、この電界によりトナー凝集物44に作用する静電気力がインク41の表面張力に打ち勝ち、トナー凝集物44を含むインク滴46がテラーコーン45の先端からプラテンローラ4上の被記録点pに向けて飛翔される。

【0049】テラーコーン45の先端からインク滴46が飛翔されると、インクメニスカス42の中央に設けられたインクガイド35の先端部35aによるインクの這い上がり作用により、インク滴46の飛翔により不足したインクが補われ、テラーコーン45が瞬時に復元される。

【0050】以上のように、本実施の形態に係る記録ユニット31によると、記録ユニット31内に形成されたインク流路33の中央にインクガイド35を設け、吐出電極34とプラテンローラ4との間に形成される電界Eの向き(電気力線方向)がインクガイド35の先端部35a近くを通過してプラテンローラ4上の被記録点pに集中するように、インク受け部34aの凹面形状を設定している。従って、吐出電極34とプラテンローラ4との間に電界Eを形成した際に、インク内のトナー粒子をインクガイド35の先端部35a近くに効率良く且つ高速に集めることができる。これにより、飛翔に必要な量のトナー粒子を瞬時に凝集でき、インク内のトナー濃度を十分に高めることができ、高濃度で滲みのない良質な画像を形成できる。また、トナー粒子を瞬時に凝集できることから、インクの吐出周波数を高めることができる。

【0051】また、インク流路33の略中央位置にインクガイド35を設け、インクガイド35の先端部35aをインクメニスカス42より突出させることにより、インクの飛翔方向および着弾位置を安定させることができる。つまり、インクガイド35に沿ったインクの這い上がりによりインクガイド35の先端部35aにテラーコーン45が形成されるため、インク受け部34a凹面形状に多少の歪みを有する場合であってもインクの吐出位置を安定させることができ、インクの飛翔方向および

着弾位置を安定させることができる。

【0052】次に、上記記録ユニット31に凝集電極52を追加した第2の実施の形態に係る記録ユニット51について図5を参照して説明する。尚、ここでは記録ユニット31と同一の構成については同一符号を付してその説明を省略する。

【0053】記録ユニット51は、インク流路33の底部に凝集電極52を備えている。凝集電極52は、吐出電極34と非接触状態で離間され、吐出電極34に対して鉛直下方に設けられている。また、凝集電極52には、吐出電極34に印加されるバイアス電圧 $V_b$ より高く、記録電圧 $V_{ej}$ より低い凝集電圧 $V_{ep}$ を印加するための電源54が接続されている。

【0054】しかして、電源36により吐出電極34にバイアス電圧 $V_b$ を印加し、電源54により凝集電極52にバイアス電圧 $V_b$ より高い凝集電圧 $V_{ep}$ を印加すると、図中矢印 $E'$ で示すように凝集電極52から吐出電極34に向かう（図中上方に向かう）電界（第3の電界）が形成される。この電界 $E'$ により、インク流路33の底部近くに滞留したトナー粒子43を吐出電極34方向に上昇させ、インクメニスカス42近くのトナー濃度をより高めることができる。

【0055】従って、本実施の形態に係る記録ユニット51を用いると、上述した第1の実施の形態に係る記録ユニット31と同様の効果を得ることができるばかりか、インクメニスカス42の近くのトナー濃度をより高めることができ、トナー粒子の凝集効率をより高めることができる。

【0056】次に、第1の実施の形態に係る記録ユニット31の吐出電極34を絶縁物によりコーティングした第3の実施の形態に係る記録ユニット61について図6を参照して説明する。尚、ここでは記録ユニット31と同一の構成については同一符号を付してその説明を省略する。

【0057】記録ユニット61は、吐出電極34（インク受け部34aおよび延出部34b）がインク流路33に露出した表面上に絶縁物からなるコーティング62を有している。コーティング62は、例えば、 $Ti$ 、 $N$ 、 $S$ 、 $O$ 等の金属酸化物やポリイミド、ポリカーボネイト等の樹脂などを1～10 $\mu m$ 程度の被膜に形成して成る。尚、このコーティング62は、支持部材32、インクガイド35、およびガイド部材38と同等のインクの濡れ性を有する材料により形成されている。

【0058】このように、吐出電極34の露出した表面上にコーティング62を設けることにより、吐出電極34からインク中のキャリア液に対して不所望に電化が注入されることを防止でき、キャリア液の帯電によるキャリア液の飛翔を防止できる。従って、本実施の形態に係る記録ユニット61を用いると、上述した第1の実施の形態に係る記録ユニット31と同様の効果を得ることが

できるとともに、キャリア液の飛翔を抑制でき、トナー濃度を高めることができ、高濃度で滲みのない良質な画像を形成できる。

【0059】また、吐出電極34にコーティング62を設けることにより、吐出電極34の表面へのトナー付着を防止でき、インク流路33におけるインクの目詰まりを防止できる。

【0060】次に、上述した第1乃至第3の実施の形態に係る記録ユニット（ここでは第1の実施の形態に係る記録ヘッド31を代表して説明する）を一行に並べて記録ヘッド10をマルチチャンネル化した場合について図7乃至図10を用いて説明する。

【0061】記録ヘッド10をマルチチャンネル化する場合、上記のように構成された記録ユニット31を、各記録ユニット31のインク飛翔方向が記録紙Pに向かって互いに平行となるように先端を揃え、その先端の吐出位置が記録紙Pの搬送方向を横切る方向に一行に並ぶように配置する（図7参照）。この場合、記録ユニット31の個数を記録紙Pの幅に応じて任意に設定できる。

【0062】また、図8に示すように、所定個数の支持部材32を一行に並べてこれらを単一のガイド部材38によって保持する構成とすることにより、記録ヘッドの構成を簡略化でき、部品点数を削減できる。更に、図9に示すように、複数の吐出電極34を単一の支持部材32により支持し、且つこの支持部材32を単一のガイド部材38により保持する構成とすることにより、記録ヘッド10の構成をより簡略化できる。また更に、図10に示すように、複数の吐出電極34が並んだ方向に沿って吐出電極34および支持部材32を2分割した構成とすることにより、記録ヘッド10の製造が容易になる。つまり、分割したそれぞれの支持部材32に吐出電極34を形成した後、各支持部材32を張り合わせることで、電極を容易に製造することができる。

【0063】次に、この発明の第4の実施の形態に係る記録ユニット71について図11および図12を用いて説明する。尚、基本的な構成は上記第1の実施の形態に係る記録ユニット31と同じであるので、第1の実施の形態と同一の部分については同一符号を用いて説明を省略し、第1の実施の形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0064】記録ユニット71は、略四角柱形の支持部材72を備えている。支持部材72は、プラテンローラ4の外周面4a上の被記録点pから鉛直下方に所定距離離間して鉛直方向に延びて配設されている。支持部材72の中心には、支持部材72がプラテンローラ4に対向した上端の中央から支持部材72の下端近くまで延びた断面長方形のインク流路73が形成されている。

【0065】支持部材72のインク流路73内には、絶縁材により形成された略矩形板状のインクガイド75が



配設されている。インクガイド75は、インク流路73を中央で縦に2等分するように設けられ、インクガイド75の基端75bが支持部材72の下端72bに埋設されている。インクガイド75の上端には、インクの吐出ポイントを形成すべく先細にされ、支持部材72の上端72aよりプラテンローラ4方向に突出した先端部75aが形成されている。先端部75aは、インク流路73の中央に位置している。

【0066】インクガイド75によって2等分された各インク流路73には、支持部材72の底部近くで外部から連通したインク供給管11がそれぞれ接続されている。そして、各インク供給管11を介して各インク流路73にインクが供給されるようになっている。

【0067】支持部材72の上端には、この上端を覆いインク流路73の途中まで下方に延びた吐出電極74が形成されている。吐出電極74が支持部材72の上端を覆った部分が、この発明のインク受け部74aを形成している。インク受け部74aは、支持部材72の上端縁部から中央にのインクガイド75に向かって下方に傾斜した一対の平面を有している。

【0068】インク受け部74aの形状は、吐出電極74とプラテンローラ4との間に電界Eを形成した場合に、その電気力線がインクガイド75の先端部75a近くを通過してプラテンローラ4の外周面4a上の被記録点pに集中するように決定されている。尚、本実施の形態では、このインク受け部74aの形状は、概ね断面V字形に形成してある。また、吐出電極74には、コントロール20からの画像信号に応じて所定の電圧を選択的に印加するための電源36が図示しないICを介して接続されている。

【0069】支持部材72の外側には、支持部材72を所定位置に保持するとともに、支持部材72の上端に形成された上記インク受け部74aの縁から溢れた余剰インクを回収するためのインク回収路77を形成した略四角筒形の2重構造のガイド部材78が設けられている。ガイド部材78は、互いに同軸的に設けられた内側部分78aと外側部分78bとから構成され、これら各部分78a、78bの間でインク回収路77を規定している。内側部分78aの先端は、インク受け部74aの縁に向かって収束され、外側部分78bの先端は、少なくともインク受け部74aの縁の高さまで延びている。また、インク回収路77の下端には、インク回収管13が接続されている。

【0070】しかして、2本のインク供給管11を介して記録ユニット71内に供給されたインクは、所定のインク供給圧を伴って各インク流路73内を上昇され、インク受け部74aに流入される。インク受け部74aに供給されたインクは、インク供給圧、インク受け部74aの形状、インクガイド75のインク濡れ性、およびインクの表面張力に応じたインクメニスカスを形成す

る。この際、インクガイド75の先端部75aはインクメニスカスより上方に突出している。

【0071】インクの供給に伴いインク受け部74aの縁から溢れたインクは、ガイド部材78の上端からインク回収路77内に流入され、インク回収路77に沿って下方に流れてインク回収管13を介してインク収容部12へ回収される。

【0072】尚、上述した支持部材72およびガイド部材78は、いずれも絶縁材により構成され、インクガイド75と同等の良好なインクの濡れ性を有する材料で構成されている。

【0073】次に、上記のように構成された記録ユニット71において、吐出電極74に所定の電圧を印加してインク内のトナー粒子を含むインク滴を記録紙Pに向けて飛翔させる場合の飛翔動作について説明する。

【0074】記録ユニット71にインクを循環させてインク受け部74aに供給されたインク41によりインクメニスカス42を形成した状態で、電源36により吐出電極74にバイアス電圧Vbを印加すると、図中矢印Eで示すような電界が形成される。この場合、電気力線は、インクガイド75の先端部75a近くを通過してプラテンローラ4の外周面4a上の被記録点pに集中している。

【0075】この電界Eおよびインク41の表面張力により、インク41内のトナー粒子43がインクガイド75の先端部75a近くに集められる。このように、トナー粒子43がインクガイド75の先端部75a近くに集められると、集められたトナー凝集物44に電界Eによる強い静電気力が作用し、インクガイド75に沿ったインクの這い上がりを生じ、インクガイド75の先端部75aを覆うテラーコーン45が形成される。この場合、電界Eにより発生される静電気力によりトナー凝集物44を含むインク滴46が飛翔することがないようにバイアス電圧Vbを設定している。

【0076】このようにテラーコーン45を形成せしめた状態で、電源36によりバイアス電圧Vbより高い記録電圧Vejを吐出電極74に印加すると、電界Eによりトナー凝集物44に作用する静電気力がインク41の表面張力に打ち勝ち、トナー凝集物44を含むインク滴46がテラーコーン45の先端からプラテンローラ4上の被記録点pに向けて飛翔される。

【0077】テラーコーン45の先端からインク滴46が飛翔されると、インクメニスカス42の中央に設けられたインクガイド75によるインクの這い上がり作用により、インク滴46の飛翔により不足したインクが補われ、テラーコーン45が瞬時に復元される。

【0078】上記のような記録ユニット71によると、上述した第1の実施の形態に係る記録ユニット31と同様の効果を得ることができる。次に、上記記録ユニット71に凝集電極82を追加した第5の実施の形態に係る

記録ユニット81について図13を参照して説明する。尚、ここでは記録ユニット71と同一の構成については同一符号を付してその説明を省略する。

【0079】記録ユニット81は、インク流路73の底部に凝集電極82を備えている。凝集電極82は、吐出電極74と非接触状態で離間され、吐出電極74に対して鉛直下方に設けられている。また、凝集電極82には、吐出電極74に印加されるバイアス電圧 $V_b$ より高く、記録電圧 $V_{ej}$ より低い凝集電圧 $V_{ep}$ を印加するための電源84が接続されている。

【0080】しかして、電源36により吐出電極74にバイアス電圧 $V_b$ を印加し、電源84により凝集電極82にバイアス電圧 $V_b$ より高い凝集電圧 $V_{ep}$ を印加すると、図中矢印Eで示すように凝集電極82から吐出電極74に向かう電界が形成される。これにより、インク流路73の底部近傍に滞留したトナー粒子43を吐出電極74方向に上昇させ、インクメニスカズ42近くのトナー濃度をより高めることができる。

【0081】従って、本実施の形態に係る記録ユニット81を用いると、上述した第2の実施の形態に係る記録ユニット51と同様の効果を得ることができる。次に、第4の実施の形態に係る記録ユニット71における吐出電極74を絶縁物によりコーティングした第6の実施の形態に係る記録ユニット91について図14を参照して説明する。尚、ここでは記録ユニット71と同一の構成については同一符号を付してその説明を省略する。

【0082】本実施の形態の記録ユニット91は、吐出電極74がインク流路73に露出した表面上に絶縁物からなるコーティング92を有している。コーティング92は、例えば、T、N、S、O等の金属酸化物やポリイミド、ポリカーボネイト等の樹脂などを1〜10 $\mu$ m程度の被膜に形成して成る。

【0083】このように、吐出電極74の露出表面上にコーティング92を設けることにより、上述した第3の実施の形態に係る記録ユニット61と同様の効果を得ることができる。

【0084】次に、この発明の第7の実施の形態に係る記録ユニット101について図15を用いて説明する。尚、本実施の形態に係る記録ユニット101は、上述した第4の実施の形態に係る記録ユニット71とインク受け部の形状が異なる以外は同一の構成を有している。

【0085】つまり、本実施の形態に係る記録ユニット101は、吐出電極74の上端の縁から下方に傾斜した面が湾曲してあり（曲面を形成し）、インク受け部102の断面形状が略じ字形に形成してある。これにより、上述した記録ユニット71と同様に、インクの吐出位置、即ち吐出電極74の先端に形成される電界の向き（電気力線の方角）を、インクガイド75の先端部75aの近くを通してプラテンローラ4上の被記録点pに集中させることができる。従って、本実施の形態に係る記

録ユニット101においても、上述した第4の実施の形態に係る記録ユニット71と同様の効果を得ることができる。

【0086】次に、上述した第7の実施の形態に係る記録ユニット101を一系列に並べて記録ヘッド10をマルチチャンネル化した場合について図16乃至図18を用いて説明する。記録ヘッド10をマルチチャンネル化する場合、上記のように構成された記録ユニット101を、各記録ユニット101のインク飛翔方向が記録紙Pに向かって互いに平行となるように先端を揃え、その先端の吐出位置が記録紙Pの搬送方向を横切る方向に一系列に並ぶように配置する（図16）。この場合、記録ユニット101の個数を記録紙Pの幅に応じて任意に設定できる。

【0087】また、図17に示すように、複数の吐出電極74（インク受け部102）を単一の支持部材72により支持し、複数の吐出電極74に共用の単一の部材からなるインクガイド75を設け、且つこの支持部材72を単一のガイド部材78により保持する構成とすることにより、記録ヘッドの構成を簡略化でき、部品点数を削減できる。更に、図18に示すように、複数の吐出電極74が並んだ方向に沿って吐出電極74および支持部材72を分割した構成とすることにより、記録ヘッドを容易に製造できる。つまり、分割したそれぞれの支持部材72に吐出電極74を形成した後、インクガイド75を挟んで各支持部材72を張り合わせるることにより、電極の製造が容易となる。

【0088】尚、この発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、この発明の範囲内で種々変形可能である。例えば、インク受け部の形状は、上述した形状に限らず、プラテンローラ4との間に形成した電界がインクガイドの先端部近くを通り、記録媒体上の被記録点に集中するような形状であれば良い。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の画像形成装置は、上記のような構成および作用を有しているもので、高速且つ安定した記録が可能であり、高濃度で良質な画像を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の画像形成装置としてのインクジェットプリンタを示す概略図。

【図2】図2は、図1のインクジェットプリンタの要部であって、この発明の第1の実施の形態に係る記録ユニットを示す斜視図。

【図3】図3は、図2の記録ユニットの記録動作を説明するための図。

【図4】図4は、図2の記録ユニットの先端近くにおけるインクの挙動を示す図。

【図5】図5は、この発明の第2の実施の形態に係る記録ユニットの記録動作を説明するための図。

【図6】図6は、この発明の第3の実施の形態に係る記録ユニットの記録動作を説明するための図。

【図7】図7は、図2の記録ユニットを並べてマルチチャンネル化した記録ヘッドを示す斜視図。

【図8】図8は、図2の記録ユニットを並べてマルチチャンネル化した記録ヘッドを示す斜視図。

【図9】図9は、図2の記録ユニットを並べてマルチチャンネル化した記録ヘッドを示す斜視図。

【図10】図10は、図2の記録ユニットを並べてマルチチャンネル化した記録ヘッドを示す斜視図。

【図11】図11は、この発明の第4の実施の形態に係る記録ユニットの先端部分を示す斜視図。

【図12】図12は、図11の記録ユニットの記録動作を説明するための図。

【図13】図13は、この発明の第5の実施の形態に係る記録ユニットの記録動作を説明するための図。

【図14】図14は、この発明の第6の実施の形態に係る記録ユニットの記録動作を説明するための図。

【図15】図15は、この発明の第7の実施の形態に係る記録ユニットの先端部分を示す斜視図。

【図16】図16は、図15の記録ユニットを並べてマルチチャンネル化した記録ヘッドを示す斜視図。

【図17】図17は、図15の記録ユニットを並べてマルチチャンネル化した記録ヘッドを示す斜視図。

【図18】図18は、図15の記録ユニットを並べてマルチチャンネル化した記録ヘッドを示す斜視図。

【符号の説明】

1…インクジェットプリンタ、

4…プラテンローラ、

10…記録ヘッド、

11…インク供給管、

12…インク収容部、

13…インク回収管、

31…記録ユニット、

32…支持部材、

33…インク流路、

34…吐出電極、

34a…インク受け部、

341…開口、

36…電源、

37…インク回収路、

38…ガイド部材、

52…凝集電極

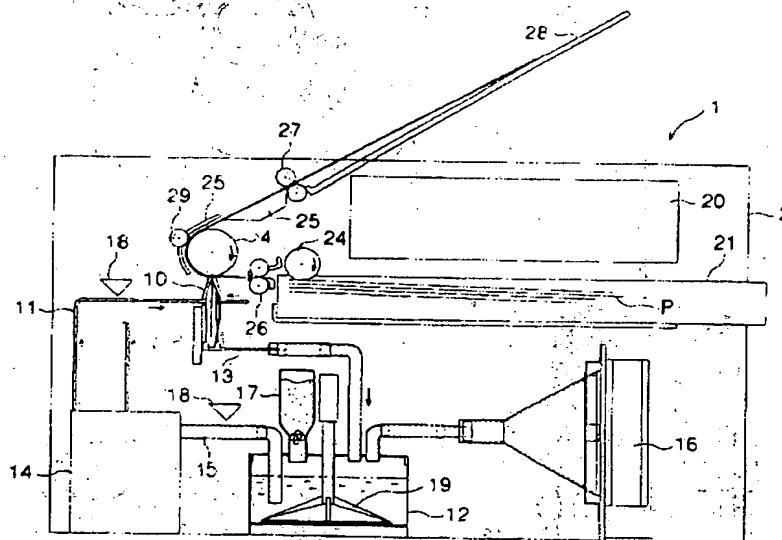
62…コーティング

P…記録紙、

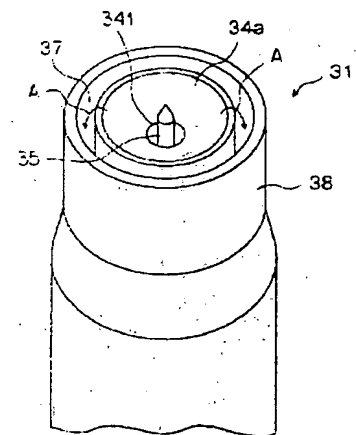
p…被記録点、

E、E'…電界、

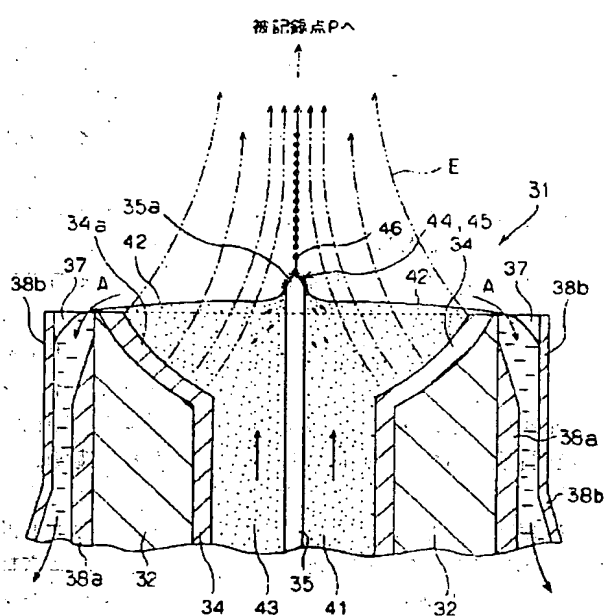
【図1】



【図2】

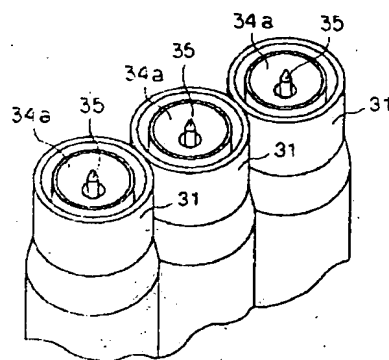
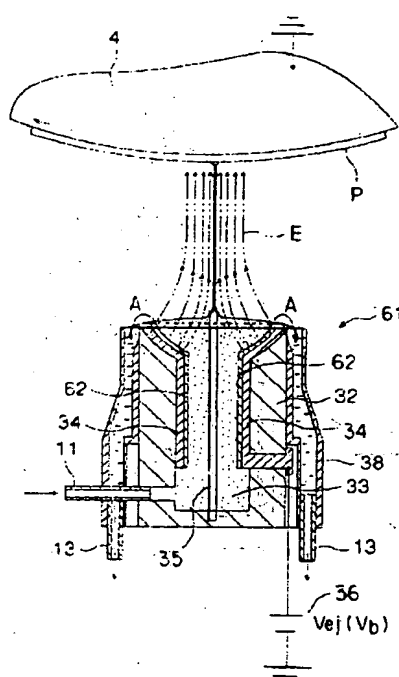


【图4】

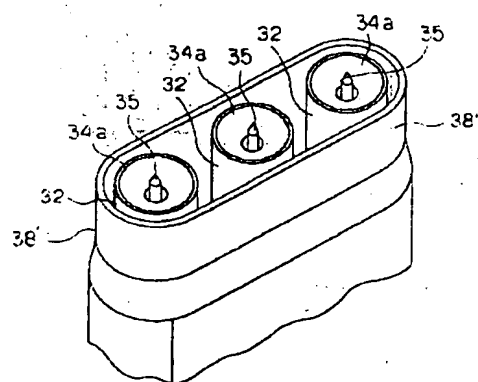


【图7】

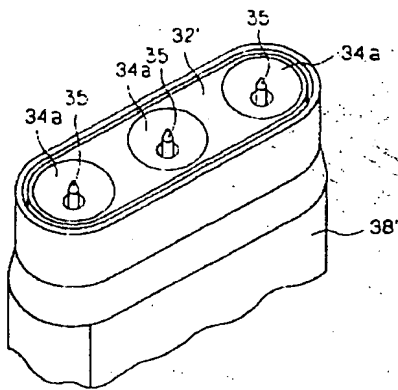
【図6】



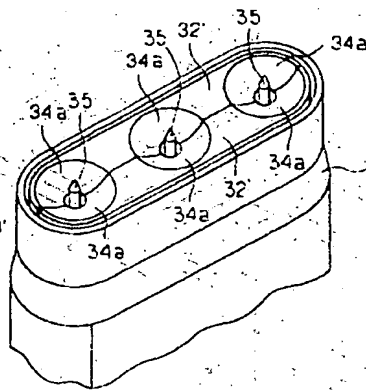
【 $\boxtimes$ S】



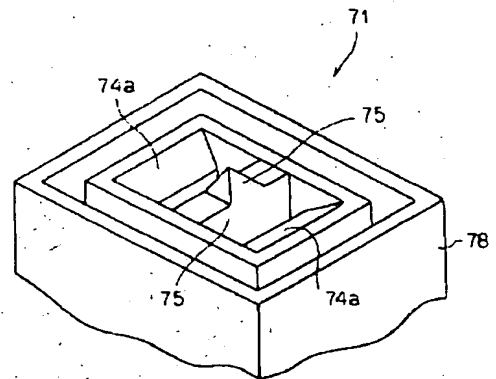
【図9】



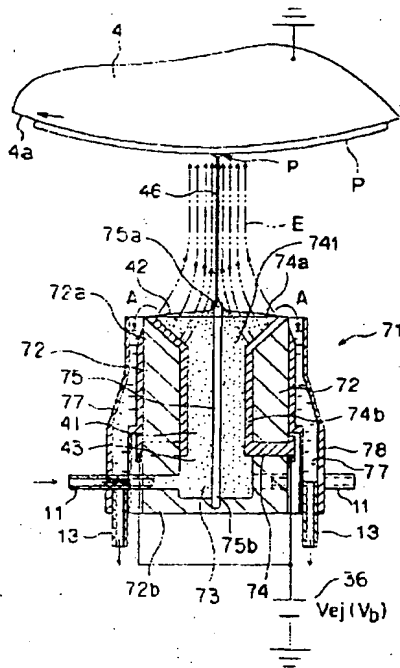
【図10】



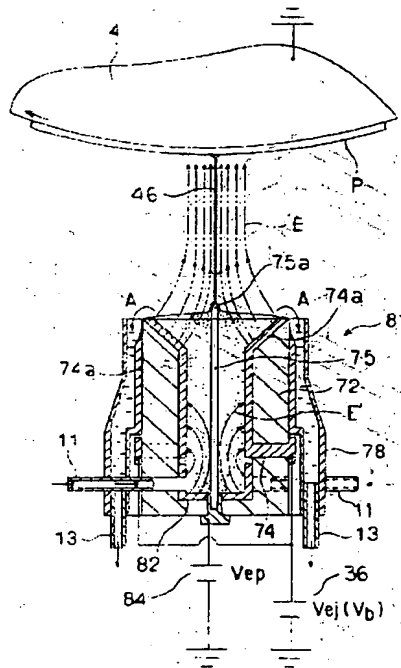
【図11】



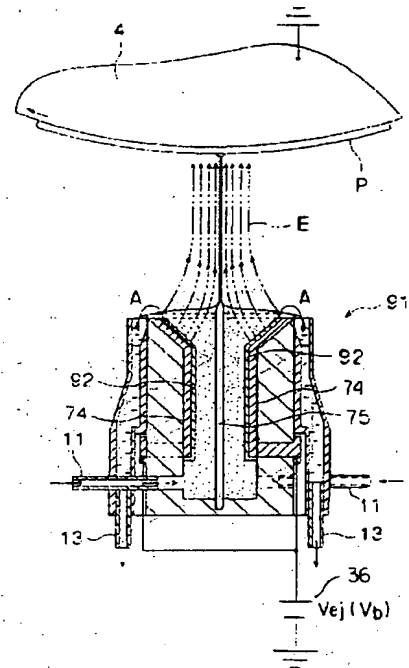
【図12】



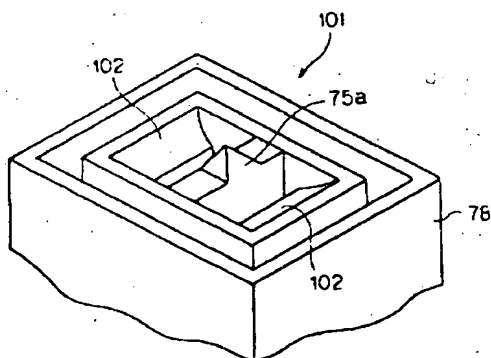
【図13】



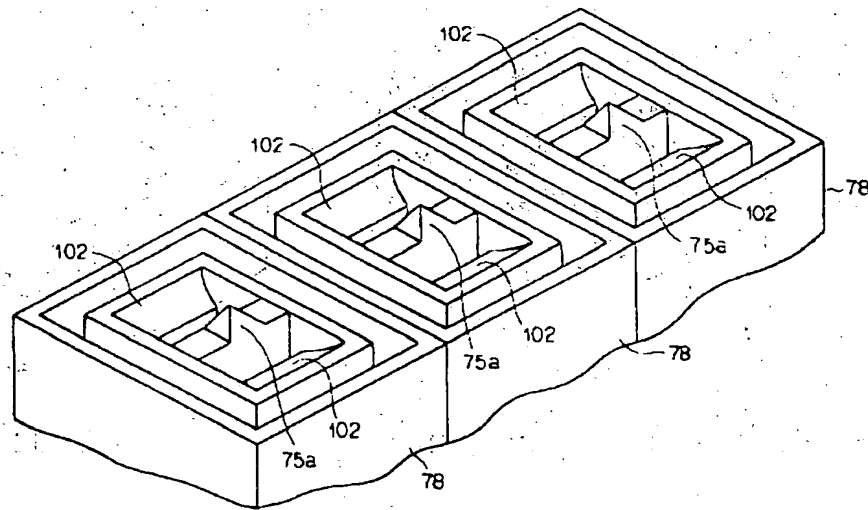
【図14】



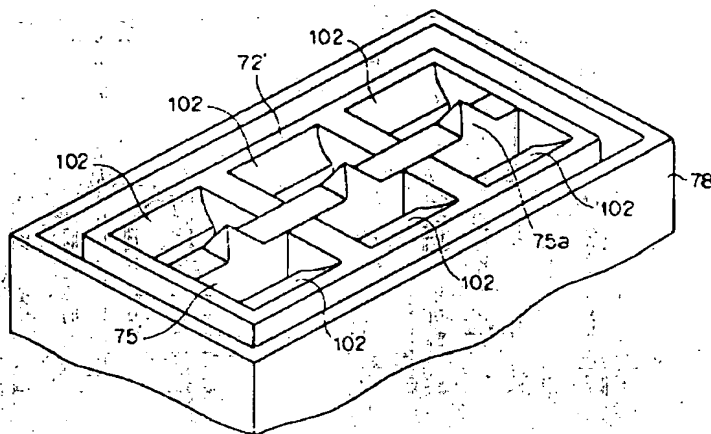
【図15】



【図16】



【図17】



【図18】

